

## UN HINDCAST GLOBAL DE OLEAJE PARA APLICACIONES COSTERAS

J. Pérez<sup>1</sup>, M. Menéndez<sup>1</sup>, I. J. Losada<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. Instituto de Hidráulica Ambiental, Universidad de Cantabria - Avda. Isabel Torres, 15, Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, 39011, Santander, España. [jorge.perezgarcia@unican.es](mailto:jorge.perezgarcia@unican.es)

### INTRODUCCIÓN

Los hindcasts globales de oleaje proporcionan información sobre el clima marítimo durante largos períodos de tiempo, lo que ayuda a mejorar nuestra comprensión de la variabilidad del clima, las tendencias a largo plazo y los extremos. Esta información es extremadamente útil para los estudios costeros y puede utilizarse directamente o como condiciones de contorno para modelados regionales y locales a mayor resolución. Este trabajo presenta la nueva base de datos GOW2, un hindcast global y homogéneo en el tiempo, con mejor resolución en islas y zonas costeras continentales.

Para desarrollar GOW2, se utiliza el modelo numérico WAVEWATCH III en una configuración de anidamiento bidireccional desde 1979 en adelante, siendo actualizado periódicamente. Los forzamientos (hielos y vientos) proceden del reanálisis CFSR (Saha et al. 2010) y CFSv2 (Saha et al. 2014) que se puede considerar una continuación homogénea de CFSR. El conjunto de mallas incluye una malla global de medio grado de resolución espacial, mallas específicamente configuradas para las áreas polares, y una malla de mayor resolución (alrededor de 25 km) para las zonas costeras. Los datos disponibles incluyen parámetros de estado del mar horarios (por ejemplo, altura de ola significativa, periodo de pico, dirección media del oleaje) y más de 40000 espectros 3-horarios en áreas costeras.

### VALIDACIÓN

Un requisito para el desarrollo de una base de datos de oleaje de alta calidad es analizar la habilidad del modelo para reproducir los parámetros del estado del mar. En el caso de GOW2, se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo por comparación directa con registros de boyas in situ y observaciones de satélites.

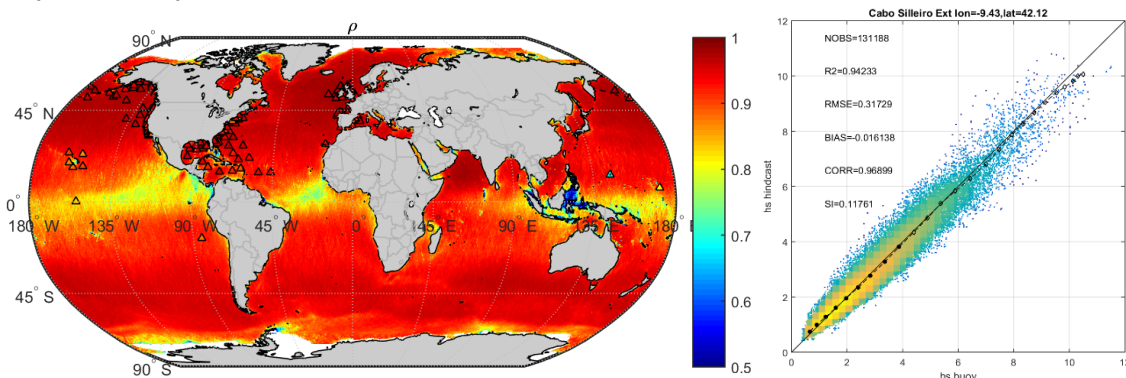


Figura 1 *Izquierda* Coeficiente de correlación de Pearson para la altura de ola significativa de GOW2 respecto a observaciones de satélite de 1992 a 2015. Los triángulos muestran los resultados de validación frente a boyas. *Derecha* Gráfico de dispersión para la boya de Silleiro en la costa Noroeste de España.

En la figura 1 se observa que los valores de correlación son altos, generalmente por encima de 0.9 en los trópicos y zonas extratropicales, y un poco más bajos en el área ecuatorial donde las alturas de las olas son más pequeñas. Específicamente, se encuentra una correlación muy alta en las regiones con oleaje más severo, siendo mayor que 0.95 para el Océano Austral, Atlántico Norte y Pacífico Norte. El sesgo puede considerarse insignificante (menos de 5 cm) en grandes áreas del océano y generalmente pequeño

(menos de 20 cm) en el resto. Los valores de RMSE son pequeños, generalmente menos de 20 cm cerca del ecuador y menos de 40 cm para latitudes más altas.

Los índices de validación calculados a partir de boyas son generalmente similares a los calculados a partir de datos de satélite, a pesar de los diferentes períodos cubiertos y el contraste entre las mediciones locales de las boyas y los resultados promediados en celdas para los satélites. En la figura 1 también se muestran resultados de validación más detallados para la boya de Silleiro en el Atlántico Norte. El gráfico de dispersión representa las observaciones (eje x) contra los datos GOW2 (eje y). Los diamantes representan cuantiles en una escala de Gumbel igualmente espaciada (los diamantes vacíos indican percentiles más del 99,5%). Los puntos coloreados son pares de datos de altura de ola significativa (m), cuya intensidad de color representa la densidad de datos. Se puede ver que los errores son pequeños incluso para los picos más altos.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Este hindcast ha sido comparado con una simulación global de  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  con los mismos campos de viento y de hielo, mostrando mejores resultados cerca de la costa y en cuencas semi-cerradas, pero también en alta mar, principalmente debido a las mallas de mayor resolución y al anidamiento bidireccional. Los percentiles altos de altura de ola significativa están bien representados e incluso el efecto de intensos ciclones tropicales está bien caracterizado. Con el apoyo de los buenos resultados de validación, se ha estimado el período de retorno de 50 años de la altura de ola costera en todo el mundo.

La comparación con otras bases de datos es siempre difícil porque en la validación se utilizan diferentes observaciones, índices estadísticos y métodos de procesamiento. Sin embargo, los resultados son claramente mejores que los obtenidos usando forzamientos y parametrizaciones anteriores, por ejemplo el GOW original (Reguero et al., 2012). Con respecto a los hindcasts más recientes, las principales ventajas son parametrizaciones más actualizadas, un período más largo cubierto que Rascle y Ardhuin (2013) y una mejor resolución cerca de la costa que ambos y que Hemer et al. (2016). Comparando con los datos de oleaje del reanálisis ERA-INTERIM, GOW2 proporciona buenos resultados en las áreas tropicales y en condiciones de tormenta, mientras que ERA-INTERIM subestima las alturas de ola extremas (Stopa et al., 2016).

Los resultados de la validación muestran que los datos de GOW2 son correctos tanto para aguas costeras como offshore. Sin embargo, para representar la variabilidad a pequeña escala cerca de la costa, se recomiendan modelados regionales a mayor resolución. Las condiciones de contorno para estas regionalizaciones se pueden obtener a partir de la información espectral GOW2. La mayor resolución de la malla costera de GOW2 reduce el tamaño necesario para las mallas regionales y permitiría, por ejemplo, cálculos más precisos de cargas estructurales y disponibilidad de energía. Contar con series temporales de espectros dirección-frecuencia en todo el litoral mundial abre una amplia gama de nuevas posibilidades para abordar estudios costeros.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Puertos del Estado el acceso a la información de su red de boyas para la validación de este hindcast

## REFERENCIAS

- Rascle N, Ardhuin F (2013). A global wave parameter database for geophysical applications. Part 2: Model validation with improved source term parameterization. *Ocean Modelling*, 70:174-188. doi:10.1016/j.ocemod.2012.12.001.
- Reguero BG, Menéndez M, Méndez FJ, Mínguez R, Losada IJ (2012). A Global Ocean Wave (GOW) calibrated reanalysis from 1948 onwards. *Coastal Engineering*, 65, 38-55. doi:10.1016/j.coastaleng.2012.03.003
- Saha S, et al. (2010). The NCEP Climate Forecast System Reanalysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 91(8), 1015-1057. doi: 10.1175/2010BAMS3001.1.
- Saha S, et al. (2014). The NCEP Climate Forecast System Version 2. *Journal of Climate*, 27, 2185–2208.
- Stopa JE, Ardhuin F, Babanin A, Zieger S (2016). Comparison and validation of physical wave parameterizations in spectral wave models. *Ocean Modelling*, 103, 2-17.